Construire en terre crue en milieu urbain

-

Le guide méthodologique pour les maîtres d'ouvrage



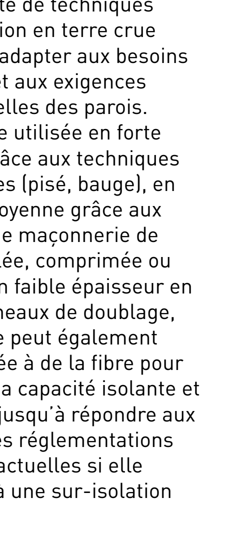




Face aux enjeux actuels de développement durable, la construction en terre crue connaît un regain d'intérêt certain pour ses propriétés techniques et physiques ainsi que ses qualités esthétiques. L'équipe HabiTerre&Bois composée d'Actis (office public de l'habitat de la région grenobloise), de l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble, de son unité de recherche AE&CC avec le laboratoire CRAterre et de l'atelier d'architecture A17C s'est donné pour objectif de convaincre les maîtres d'ouvrage et les élus d'utiliser ces matériaux dans leurs opérations. C'est dans ce cadre que nous avons conçu ce guide méthodologique afin de les aider à faire les bons choix au sein d'une filière en plein développement. En effet, pour la réussite du projet le choix de techniques de construction adaptées et le montage des différentes phases seront primordiaux.

Pourquoi utiliser la terre ?

–



Un matériau recyclable à l'infini

La terre crue est un matériau géo-sourcé, pouvant être prélevé sur place et recyclable à l'infini, lui permettant ainsi de participer à la réduction de notre consommation de matières premières d'origine fossile, et de limiter les émissions de gaz à effet de serre.

Des propriétés physiques uniques

La terre crue multiplie les qualités physiques c'est sans doute ce qui la rend unique. En effet, selon les contextes et les exigences architecturales, elle peut être utilisée en structure porteuse ou en parois non-porteuse, pour ses qualités thermique d'inertie et de régulation hygrométrique mais aussi pour participer au confort acoustique et visuel.
La multiplicité de techniques de construction en terre crue permet de s'adapter aux besoins des projets et aux exigences performentielles des parois.
Elle peut être utilisée en forte épaisseur grâce aux techniques monolithiques (pisé, bauge), en épaisseur moyenne grâce aux techniques de maçonnerie de brique (moulée, comprimée ou allégée) et en faible épaisseur en finition (panneaux de doublage, enduits). Elle peut également être mélangée à de la fibre pour augmenter sa capacité isolante et sa légèreté, jusqu'à répondre aux exigences des réglementations thermiques actuelles si elle est couplée à une sur-isolation naturelle.



Intérieur de la pièce de vie du prototype Terra Nostra, construit à la Bifurk à Grenoble.



Application d'un enduit de terre sur le prototype Terra Nostra.

Une mise en œuvre simple

L'ensemble des techniques de constructions en terre crue sont issues de savoir-faire ancestraux adaptés aux moyens et aux exigences actuelles. Ce sont des techniques relativement simples d'appropriation pour les professionnels du bâtiment non spécialisés qui souhaitent se former mais également pour les particuliers intéressés offrant ainsi la possibilité de réaliser des chantiers en auto-construction assistée ou en auto-finition.
D'autre part, ne nécessitant aucun produit chimique ou corrosif, la mise en œuvre de la terre crue ne représente aucun risque sanitaire pour la main d'œuvre.
La grande diversité de techniques offre aujourd'hui la possibilité de réaliser des chantiers aussi bien humides que secs, et même d'avoir recours à la préfabrication pour des raisons de délais et d'optimisation de chantier.

Des ambiances saines

L'ensemble de ces qualités et propriétés physiques apporte aux bâtiments utilisant de la terre crue une ambiance particulièrement saine en terme de qualité de l'air, d'humidité et de température, mais aussi en terme d'acoustique.

Étude de faisabilité

- Négociation prix du terrain
- Etude de programmation
- ⚠ **Etude du Plan Local d'Urbanisme consultation des élus pour vérifier l'acceptabilité de la démarche matériaux bio-sourcés**
- Objectifs complémentaires Maitrise d'ouvrage (matériaux, performances etc.)
- ⚠ **Prise en compte d'un coût de construction majoré en fonction des objectifs**
  Délais d'études rallongés en cas de participation des habitants
- ⚠ **Si le projet est viable, le maître d'ouvrage s'entoure d'AMO compétents notamment pour la construction en terre (type AsTerre)**

Choix de l'équipe de maîtrise d'oeuvre

- ⚠ **Production du dossier d'appel d'offre pour la maîtrise d'oeuvre en précisant les objectifs spécifiques et les critères de sélection : expérience dans la conception participative, références des architectes et des BE Structure et HQE dans la construction en matériaux bio-sourcés, etc.**
- Etude des offres, sélection des équipes participant à l'oral ou au concours
- Audition des équipes ou étude des projets mis au concours (selon le type de marché : négocié ou concours)
- Choix de l'équipe de maîtrise d'œuvre et/ou du projet

Choix du bureau de contrôle

- Appel d'Offre explicite sur les techniques choisis, les objectifs règlementaires, le type d'accompagnement
- Oral du contrôleur technique (présence de la Moe : à minima architectes et Be structure) + MOA et AMO
- ⚠ **Choix du contrôleur technique au regard des critères compétences, investissement au regard des spécificités du projet**

Étude de projet (APS, APD)

- Méthodologie de conception entre le MOA, AMO, MOe et contrôleur technique
- Suivi des choix architecturaux, constructifs, structurels, thermique, règlementaires, etc.
- Validation économique à chaque étape
- ⚠ **Utilisation de la trame de CCTP réalisée par HabiTerre&Bois dans le cadre du Lab CDC**

Les techniques expérimentées dans le cadre du LabCDC

–

Comment employer la terre pour du logement en ville ?

Pour réaliser un projet utilisant la terre crue en milieu urbain, il convient de choisir les techniques adaptées afin de pouvoir profiter des qualités du matériau et éviter les obstacles que peuvent être que le manque de documentation technique règlementaire, l'épaisseur importante des murs masses, ou encore la pénibilité de la mise en œuvre des techniques monolithiques augmentant ainsi le coût de construction.
S'il existe une douzaine de techniques de construction en terre crue (ayant chacune plusieurs variantes en fonction des contextes), l'équipe d'HabiTerre&Bois a fait le choix, dans le contexte urbain d'une parcelle très contrainte, d'utiliser un système constructif porteur à ossature bois, associé à 2 techniques « légères » de construction en terre crue que sont la terre allégée et l'enduit, et une technique « massive », la brique de terre comprimée.
Les maîtres d'ouvrages sont évidemment libres d'employer d'autres techniques en fonction de leurs projets, en se renseignant auprès de l'AsTerre, du laboratoire CRAterre ou des associations régionales.



Le bloc de terre comprimée

Cette technique consiste à compresser de la terre humide et pulvérulente, dans un moule à l'aide d'une presse. La production des blocs peut se faire sur site ou en usine.
Le BTC a l'aspect d'une brique uniforme, elle peut être légèrement rugueuse en surface en fonction de sa taille et de la taille des agrégats qui la composent. Une fois les BTC mis en œuvre, on obtient un mur de brique maçonné, d'aspect conforme au plan de calepinage architectural. Ce matériau peut être utilisé en paroi séparative entre logements, enduit en terre ou laissé brut. Il fera bénéficier l'ambiance intérieure d'un confort amélioré grâce à son apport d'inertie et de régulation hygrométrique et acoustique.



Enduits de terre

L'enduit de terre crue se compose de grains fins (sables et silts) qui forment le corps et d'argile qui sert de liant et confère sa couleur à l'enduit. On peut également y ajouter de la fibre végétale pour limiter le retrait et jouer sur la texture. L'enduit apporte une masse thermique suffisante pour le déphasage quotidien dans un intérieur et assure un complément d'étanchéité à l'air tout en restant perspirant. Son usage en extérieur est possible mais pour résister aux intempéries il devra soit être stabilisé à la chaux soit recevoir une finition chaulée en surface (badigeon ou colature).



La terre allégée

La terre allégée se compose d'environ 20% de terre associée à 80% de fibre végétale et parfois de granulats minéraux légers (roches volcaniques, minéraux soufflés ou expansés). C'est un matériau de remplissage de structure porteuse en bois, dont les performances thermiques conviennent particulièrement bien au climat tempéré. Sa composition légère lui permet ainsi d'isoler tout en apportant ses qualités de régulation hygrométrique et d'inertie.
La terre allégée peut être mise en oeuvre humide et banchée sur site (séchage de 4 à 6 semaines pour 30 cm d'épaisseur), mais aussi à sec sous forme de blocs préfabriqués, ou encore de panneaux préfabriqués en doublage de mur et faux-plafond. Ces panneaux peuvent accueillir un tuyau pouvant être relié à un système actif (chaud/froid).

Déroulé type d'une opération

–

L'utilisation de la terre crue dans un projet en milieu urbain nécessite de travailler avec les bons acteurs au bon moment, afin de ne bas subir les contraintes du bâtiment pouvant empêcher ou rendre difficile l'usage de ce matériau. Le déroulé qui suit explique de manière synthétique la marche à suivre.

Phases PRO et DCE

- ⚠ **Rédaction de pièces écrites adaptées aux spécificités du projet y compris pour les lots non-directement concernés (chantier participatif, chantier école, recommandations spécifiques aux matériaux bio-sourcés, cf. CCTP BTC produit dans le cadre du Lab CDC)**
- ⚠ **Les AMO diffusent aux réseaux nationaux (AsTerre, Créabois, etc.) et régionaux. En fonction de la taille du projet, ils orientent les entreprises vers une co-traitance**
- ⚠ **Les entreprises répondant doivent obligatoirement visiter le site**

ACT

- ⚠ **Choix des entreprises ou des groupements d'entreprises en fonction des critères :**
  > Justesse de la note méthodologique (planning adapté aux matériaux, relations et interfaces aux autres lots, logistique, etc.)
  > Expérience dans les domaines bois/terre, chantier vert, etc. (références)
  > Capacité humaine au regard de l'échelle du projet
  > Cohérence des prix en fonction de la complexité

DET

- Suivi des travaux, la MOA et ses AMO + contrôleur technique, sont solidaires de la MOA et des entreprises
- Optionnel : suivi d'auto-finition par les habitants

AOR

- Réception des travaux avec les chargés de patrimoine et les chargés d'entretiens du bâtiment

Enjeux de la préfabrication

-

Les trois techniques de construction en terre crue retenues pour le projet HabiTerre&Bois, les panneaux de terre, les enduits de terre et les briques de terre comprimées. Ces techniques sont utilisées en cloisons et doublage non-porteurs afin de rester dans des épaisseurs de parois raisonnables et dans un cadre règlementaire existant. La structure, la stabilité au feu et la performance thermique sont assurées par une ossature bois. Ce choix technique permet également de profiter des nombreux avantages de la préfabrication.



Terra Nostra, projet support des expérimentations matériaux mené en lien avec Actis. Pour plus d'informations : facebook.com/prototypeterra2016

Maîtrise des délais de construction
La structure, l'isolation, l'enveloppe, les fluides et une partie des finitions du projet peuvent être préfabriqués et préassemblés en atelier, on évite ainsi les retards pouvant être dus aux intempéries et aux aléas climatiques saisonniers.

Optimisation des coûts
L'organisation et la fabrication industrielle en atelier permet de rationnaliser l'usage de la matière première et de la main d'œuvre, et d'optimiser les coûts de construction.

Gain de temps de construction
Tous les lots n'étant pas réalisables en ateliers (fondations, lot béton non préfabriqués etc.), la préfabrication permet de commencer la construction du gros œuvre - second œuvre - finitions en atelier, en même temps que les fondations et un éventuels lot béton sur site.

Nuisance sonore de chantier réduite
Le montage des éléments de structure préfabriqués se fait à la grue sans engins bruyants et la rapidité de montage réduit le temps de nuisance pour les riverains.

Réduction des déplacements
Lors de la préfabrication, la matière première est exploitée directement en atelier, et les éléments préfabriqués sont livrés en une fois sur chantier. Le nombre et la distance de déplacement sont ainsi fortement diminués, réduisant donc l'empreinte carbone du projet.

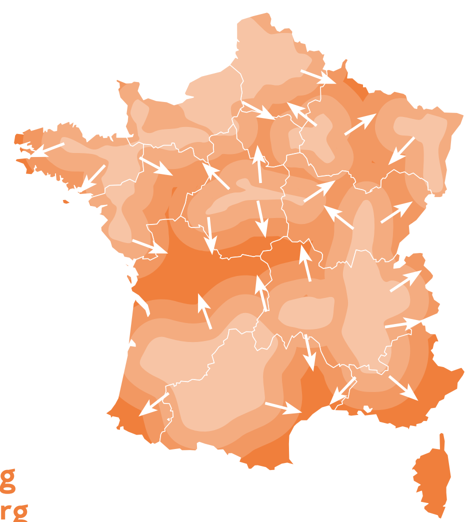
Qualité de réalisation
L'ergonomie des postes de travail en atelier et la protection aux intempéries garantissent une qualité de réalisation optimisée (détails, finitions, étanchéité à l'air etc.)

Chantier sec
Selon les techniques de construction en terre choisies pour le projet, on peut envisager un chantier sec puisque les phases humides pourront être réalisées en atelier. (il reste la couche de finition, et les bétons tout de même)

Gestion des déchets
La gestion des déchets et de leur recyclage est plus facilement gérée sur l'ensemble du projet. En atelier, elle fait partie de la chaîne de production industrialisée. Plus on traite de lots en atelier, plus le volume de déchets sur chantier sera réduit.

Les entreprises compétentes

-



> asterre.org
> craterre.org

Les entreprises et artisans français spécialisés dans la construction en terre crue sont répartis sur l'ensemble du territoire et recensés par l'association nationale Asterre ainsi que par les associations régionales. Lors du lancement d'un projet de construction utilisant ces savoir-faire il sera indispensable de se rapprocher des acteurs compétents dès la phase de conception pour vérifier la faisabilité du projet et transmettre l'appel d'offre aux acteurs de la filière qui s'associeront si besoin avec des entreprises « conventionnelles » pouvant justifier d'une capacité matérielle et humaine nécessaire à la taille du projet. La majorité de l'outillage et les équipements nécessaires pour la mise en œuvre de la terre sont identiques à ceux utilisés par les maçons, façadiers et plaquistes. Cette démarche permet d'une part aux maîtres d'ouvrage d'envisager de bénéficier des qualités de la construction en terre crue sans limite géographique, et d'autre part de participer au développement de la filière terre en France en incitant les entreprises de construction conventionnelle à se former et ainsi s'ouvrir à un nouveau marché en expansion.

Les + et les -

-

- (+) Matériaux bio-sourcés et géo-sourcés, développement de filières locales
- (+) Préfabrication possible en panneaux d'ossature bois avec placoterre et enduit terre
- (+) Qualités de confort : régulateur hygrothermique, acoustique et visuel
- (+) Faible empreinte carbone (à son extraction, sa mise en œuvre, son exploitation et son recyclage)
- (+) Apport en inertie journalière sur des épaisseurs de 4 / 7 cm
- (+) Auto-construction assistée et/ou auto-finition possible (optimisation des coûts)

- (-) Filière en cours de structuration : les entreprises compétentes sont des TPE et doivent s'associer avec des plus grosses entreprises pour répondre à des marchés publics
- (-) Manque de documentation technique règlementaire pour valider la mise en oeuvre par les non-sachant. Obligation de s'entourer de spécialistes pour suivre la conception et la réalisation.
- (-) Méconnaissance de l'existence et de l'intérêt de l'utilisation des techniques de construction en terre crue par les acteurs du bâtiment
- (-) Coûts de construction



=









